

PERAMALAN HARGA EMAS DENGAN METODE BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK (STUDY KASUS : PT. ANEKA TAMBANG TBK)**Lailiyatus Sufriyah¹⁾, Aris Fanani²⁾, Abdulloh Hamid³⁾, Nurissaidah Ulinnuha⁴⁾, Putroue Keumala Intan⁵⁾**Program Studi Matematika, FST, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya
e-mail : slailiyatus@gmail.com¹⁾, arisfa@uinsby.ac.id²⁾, doelhamid@uinsby.ac.id³⁾,
nuris.ulinnuha@uinsby.ac.id⁴⁾, puput.in@uinsby.ac.id⁵⁾**Abstract**

Gold investment is an investment that is quite easy and much favored by various groups. By investing in gold, the wealth you have will be maintained. This is because gold investment is almost not affected by inflation. Before deciding to invest, an investor must have knowledge of the benefits and risks that will occur. In this study the author will predict the gold price PT Aneka Tambang Tbk in the future using the backpropagation neural network method. From the result of testing the gold price data, the almost optimal network is 12-30-1, with variant 2,82, mean 9,441, standard deviation 1,67, and MSE error value of 0,037517. From the error value, the gold price in July 2022 was 921891. And the Backpropagation Neural Network Method has been proved to be used to complete the gold price forecasting of PT. Aneka Tambang Tbk.

Article History

Submitted: 30 Agustus 2024
Accepted: 4 September 2024
Published: 5 September 2024

Key Words

gold investment, PT. Aneka Tambang Tbk,
Backpropagation Neural Network

Abstrak

Investasi emas merupakan investasi yang cukup mudah dan banyak digemari oleh berbagai kalangan. Dengan melakukan investasi emas, maka kekayaan yang dimiliki akan terjaga. Hal ini dikarenakan investasi emas hampir tidak dipengaruhi dengan adanya inflasi. Sebelum memutuskan untuk berinvestasi, seorang investor harus memiliki pengetahuan mengenai keuntungan dan risiko yang akan terjadi. Pada penelitian ini penulis akan meramalkan harga emas PT Aneka Tambang Tbk di masa yang akan datang menggunakan metode backpropagation neural network. Dari hasil pengujian data harga emas didapatkan jaringan paling optimal yaitu 12-30-1, dengan varian 2,82, mean 9,441, standar deviasi 1,67, dan nilai error MSE sebesar 0,037517. Dari nilai error tersebut didapatkan harga emas pada bulan Juli 2022 sebesar 921891. Dan metode *Backpropagation Neural Network terbukti* dapat digunakan untuk menyelesaikan peramalan harga emas PT. Aneka Tambang Tbk.

Sejarah Artikel

Submitted: 30 Agustus 2024
Accepted: 4 September 2024
Published: 5 September 2024

Kata Kunci

investasi emas, PT. Aneka Tambang Tbk,
Backpropagation Neural Network.

PENDAHULUAN

Investasi adalah suatu komitmen atas beberapa dana atau beberapa sumber daya lain yang dilakukan saat ini, yang mempunyai tujuan untuk mendapatkan sejumlah keuntungan di kemudian hari (1). Hal ini tidak lepas dari fungsi pentingnya suatu investasi salah satunya yaitu meningkatkan ekonomi dan kesempatan kerja, meningkatkan pendapatan nasional, dan meningkatkan taraf kemakmuran masyarakat. (2).

Dalam penelitian ini investasi yang akan dibahas yaitu investasi emas. Dimana investasi emas tergolong investasi yang cukup mudah dan juga praktis, yang saat ini mulai populer baik untuk investasi kecil maupun besar. Emas adalah logam mulia yang memiliki nilai selalu naik setiap waktu. Peneliti mengatakan bahwa dengan melakukan investasi emas, maka kekayaan yang dimiliki akan terjaga dan juga investasi emas hampir tidak dipengaruhi dengan inflasi (3). Harga emas di Indonesia selalu mengalami naik turun, meskipun setiap tahunnya cenderung

naik. Salah satu hal penting yang perlu diperhatikan sebelum melakukan investasi emas yaitu meramalkan harga emas. Peramalan harga emas ini penting untuk para investor guna mengetahui harga emas di masa mendatang. Peramalan merupakan usaha dalam meramal suatu keadaan di masa yang akan datang melalui uji statistik yang dilakukan dengan data di masa lalu (4).

Metode peramalan yang digunakan dalam meramalkan harga emas sangat banyak, salah satunya yaitu metode *Backpropagation neural network* (BPNN) dimana proses kerjanya melalui penyesuaian bobot yang berdasarkan pada perbedaan antara *output* dengan target. *Backpropagation neural network* (BPNN) juga dikatakan algoritma pelatihan *multilayer* dimana proses pelatihannya melalui tiga layer, yaitu *input*, *hidden*, dan *output layer* (5). Metode ini melalui tiga tahap, yaitu umpan maju (*feedforward*) dari pola *input*, penghitungan, dan propagasi balik (*backward*) dari *error*, serta penyesuaian bobot. Dalam penerapannya, metode *backpropagation neural network* mempunyai kelebihan salah satunya yaitu belajar *adaptive*. Dimana metode ini dapat melakukan pekerjaan dengan didasar pada pengalaman awal atau melakukan proses pelatihan dengan data awal yang diberikan (6).

Oleh karena itu penelitian ini peneliti akan melakukan peramalan harga emas di PT. Aneka Tambang Tbk yang berjudul “Peramalan Harga Emas Dengan Metode Backpropagation Neural Network (Study: PT. Aneka Tambang Tbk)”. Pentingnya dilakukan penelitian ini karena dapat dijadikan sebagai salah satu pertimbangan dalam investasi emas untuk para investor sebelum membuat keputusan dalam berinvestasi emas. Dimana hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai informasi harga emas di masa mendatang dan penentu waktu yang tepat sebelum berinvestasi.

KAJIAN TEORI

Backpropagation Neural Network

Metode ini merupakan metode yang sering digunakan dan diterapkan untuk menyelesaikan suatu permasalahan, termasuk peramalan. Backpropagation neural network termasuk kedalam arsitektur jaringan multilayer yang terdiri dari lapisan input, minimal satu hidden layer, dan lapisan output (7).

Tahapan *backpropagation neural network* sebagai berikut (8):

Langkah 0: Inisialisasi bobot (ambil bobot awal dengan nilai random yang cukup kecil dengan rentang -10 sampai 10)

Langkah 1: Selama kondisi berhenti belum terpenuhi, lanjutkan langkah 2 – 9

Langkah2 : Untuk setiap data pelatihan, lakukan langkah 3 – 8

Fase I : Feedforward

Langkah 3: Setiap sel *input* ($X_i = 1, 2, \dots, n$) mendapatkan sinyal untuk kemudian dilanjutkan ke lapisan selanjutnya yaitu lapisan tersembunyi (*hidden layer*)

Langkah 4 : Setiap sel lapisan tersembunyi ($Z_j, j = 1, 2, \dots, p$) menghitung semua keluaran

$$z_in_j = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (1)$$

Dilanjutkan dengan menghitung sinyal output dari lapisan tersembunyi dengan fungsi aktivasi

$$Z_j = f(z_in_j) = \frac{1}{1+e^{-z_in_j}} \quad (2)$$

Kemudian dilanjutkan ke lapisan *output* (dilakukan sebanyak jumlah *hidden layer*)

Langkah 5 : Setiap sel sinyal *output* ($Y_k, k = 1, 2, \dots, m$) menghitung semua sinyal-sinyal input berbobot

$$y_{in_k} = w_{0k} + \sum_{j=1}^n Z_j w_{jk} \quad (3)$$

Dilanjutkan dengan menghitung sinyal output dengan fungsi aktivasi

$$y_k = f(y_{in_k}) = \frac{1}{1+e^{-y_{in_k}}} \tag{4}$$

Fase II: Backpropagation

Langkah 6 : Setiap sel *output* ($Y_k, k = 1, 2, \dots, m$) mendapatkan target pola, dan menghitung nilai erornya yaitu dengan rumus:

$$\delta_k = (t_k - y_k)f'(y_{in_k}) = (t_k - y_k)(y_k)(1 - y_k) \tag{5}$$

Kemudian menghitung koreksi bobot untuk memperbaiki nilai w_{jk} dengan laju percepatan α

$$\Delta w_{jk} = \alpha \cdot \delta_k \cdot z_j \tag{6}$$

Kemudian menghitung koreksi bias untuk memperbaiki nilai w_{0k}

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k \tag{7}$$

Langkah 7 : Hitng faktor δ unit tersembunyi berdasarkan kesalahan di lapisan tersembunyi ($Z_j, j = 1, 2, \dots, p$)

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k \cdot w_{jk} \tag{8}$$

Faktor δ unit tersembunyi:

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) = \delta_{in_j} (Z_j)(1 - Z_j) \tag{9}$$

Kemudian menghitung koreksi bobot untuk memperbaiki nilai v_{ij}

$$\Delta v_{ij} = \alpha \cdot \delta_j \cdot x_i \tag{10}$$

Kemudian menghitung koreksi bias untuk memperbaiki nilai v_{0j}

$$\Delta v_{0j} = \alpha \cdot \delta_j \tag{11}$$

Fase III : Perubahan bobot

Langkah 8 : Setiap sel sinyal *output* ($Y_k, k = 1, 2, \dots, m$) memperbaiki bobotnya ($j = 0, 1, 2, 3, \dots, n$)

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \tag{12}$$

Setiap sel lapisan tersembunyi ($Z_j, j = 1, 2, \dots, p$) memperbaiki bobotnya ($j = 0, 1, 2, 3, \dots, n$)

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \tag{13}$$

Langkah 9 : Kondisi pelatihan berhenti pada 2 kondisi yaitu:

- a. Pelatihan akan berhenti ketika nilai MSE lebih kecil atau sama dengan nilai batas error yang ditentukan
- b. Pelatihan akan berhenti ketika maksimum iterasi terpenuhi

Fungsi Sigmoid Biner

Fungsi ini digunakan untuk metode *backpropagation neural network*. Fungsi ini mempunyai nilai range berkisar antara 0-1. Persamaan fungsi ini dapat dituliskan sebagai berikut (8).

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \tag{14}$$

Dengan : $f'(x) = f(x)[1 - f(x)]$

Normalisasi Data

Normalisasi adalah suatu teknik dalam penataan dengan cara tertentu dengan tujuan mencegah adanya permasalahan pada saat pengolahan data.

Adapun rumus untuk menghitung normalisasi data yaitu:

$$x_n = \frac{x_0 - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \tag{15}$$

Dimana :

- x_n = nilai hasil normalisasi
- x_0 = nilai data aktual
- x_{min} = nilai minimum data aktual keseluruhan
- x_{max} = nilai maximum data aktual keseluruhan

Denormalisasi Data

Dengan denormalisasi data, data yang sebelumnya telah dinormalisasi akan dikembalikan ke bentuk semula. Sehingga akan didapatkan hasil prediksi dari data training. Adapun rumus untuk denormalisasi data yaitu:

$$x_i = y(x_{max} - x_{min}) + x_{min} \quad (16)$$

Dimana:

- x_i = Nilai data normal
- y = Hasil output jaringan
- x_{min} = Data dengan nilai minimum
- x_{max} = Data dengan nilai maksimal

Mean Square Error (MSE)

Mean Square Error (MSE) adalah error rata-rata kuadrat dari selisih output jaringan dengan target. Rumus perhitungan untuk nilai MSE adalah sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (t - y)^2 \quad (17)$$

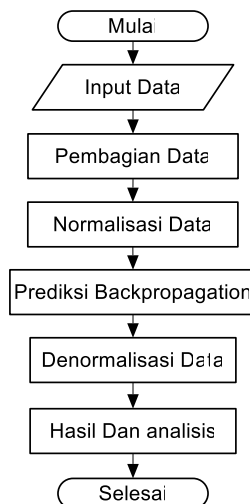
Dimana:

- N = Jumlah output neuron
- t = Nilai output target
- y = Nilai output jaringan

METODE

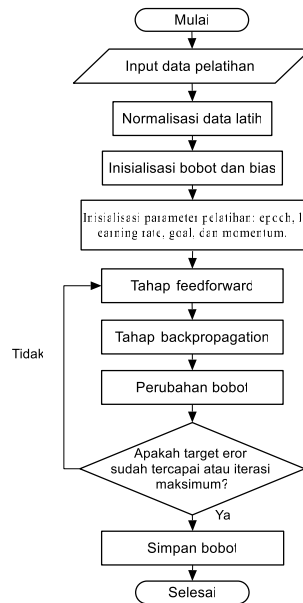
DIAGRAM ALIR PENELITIAN

Berikut ini merupakan diagram alir yang berisi tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini:



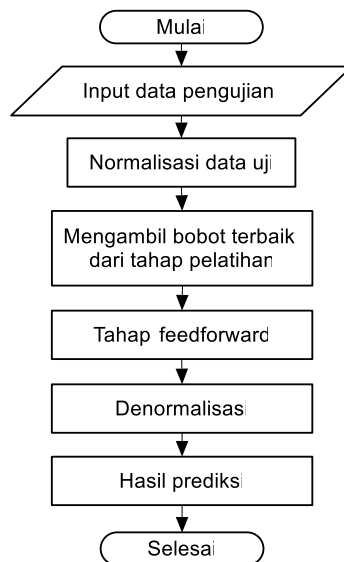
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 merupakan diagram alir penelitian dimulai dari 1) input data harga emas PT. Aneka Tambang Tbk kedalam software. 2) dibagi menjadi data latih dan data uji. 3) Masing-masing data akan dinormalisasikan menggunakan rumus di persamaan 15. 4) Perhitungan backpropagation untuk memprediksi harga emas. 5) Hasil yang diperoleh akan didenormalisasikan ke bentuk semula.



Gambar 2. Diagram Alir Tahap Pelatihan

Dari diagram alir tahap pelatihan diatas penelitian dimulai dari input data pelatihan harga emas. Data latih akan dinormalisasi menggunakan rumus persamaan 15. selanjutnya menginisialisasi bobot dan parameter. Selanjutnya tahapan dilanjutkan menuju feedforward, backpropagation, dan perubahan bobot menggunakan rumus dipersamaan 1-13. Apabila kondisi nilai eror sudah lebih kecil dari yang ditetapkan dan maksimum iterasi telah terpenuhi, maka tahap pelatihan akan berhenti dan menyimpan bobot akhir untuk dilanjutkan ke tahap pengujian. Namun apabila kedua kondisi tersebut belum terpenuhi maka akan kembali lagi ke tahap feedforward.



Gambar 3. Diagram Alir Tahap Pengujian

Dari diagram alir tahap pengujian diatas dimulai dari input data harga emas PT. aneka tambang Tbk kedalam software. Data uji akan dinormalisasi menggunakan rumus persamaan 16. Selanjutnya mengambil bobot akhir dari tahap pelatihan untuk dilanjutkan ke tahap feedforward. Dari tahap tersebut akan didapatkan hasil peramalan harga emas. Hasil akan didenormalisasikan ke bentuk semula.

HASIL DAN PEMBAHASAN

INPUT DATA

Input data harga emas PT. Aneka Tambang Tbk bulan Juli 2012 – Juni 2022 ke dalam software.

PEMBAGIAN DATA

Pada penelitian ini pembagian data akan dibagi dalam ketiga komposisi yaitu 50:50, 70:30, dan 80:20. Setiap komposisi pembagian data akan diuji coba dengan beberapa parameter untuk mendapatkan nilai eror terkecil dan selanjutnya akan digunakan untuk tahap prediksi. Jumlah pembagian data pada masing-masing komposisi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Komposisi Data Latih dan Data Uji

Jenis Data	50:50	70:30	80:20
Data Latih	60	84	96
Data Uji	60	36	24

NORMALISASI DATA

Normalisasi data dilakukan untuk mempermudah dalam pengolahan data penelitian menggunakan backpropagation neural network. Masing-masing data latih dan data uji pada setiap komposisi akan dinormalisasikan dengan interval 0 sampai 1. Normalisasi data dapat dilakukan dengan rumus yang ditunjukkan pada persamaan (2.8). Hasil normalisasi data pelatihan dan data uji yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. Normalisasi Data Latih 50:50

Pola	x_1	x_2	...	x_{12}	target
1	0,4224	0,4224	...	0,2414	0,0000
2	0,4224	0,5862	...	0,0000	0,0862
3	0,5862	0,7948	...	0,0862	0,5000
4	0,7948	0,7431	...	0,5000	0,3879
5	0,7431	0,7517	...	0,3879	0,2500
6	0,7517	0,7431	...	0,2500	0,3276
...
46	0,6121	0,8190	...	0,8621	0,8276
47	0,8190	0,7328	...	0,8276	0,8103
48	0,7328	0,9138	...	0,8103	0,8362

Tabel 3. Normalisasi Data Latih 70:30

Pola	x_1	x_2	...	x_{12}	target
1	0,2768	0,2768	...	0,1582	0,0000
2	0,2768	0,3842	...	0,0000	0,0565
3	0,3842	0,5209	...	0,0565	0,3277
4	0,5209	0,4870	...	0,3277	0,2542
5	0,4870	0,4927	...	0,2542	0,1638
6	0,4927	0,4870	...	0,1638	0,2147
...
70	0,8475	0,8531	...	0,9040	0,8814
71	0,8531	0,8531	...	0,8814	0,9040
72	0,8531	0,8531	...	0,9040	1,0000

Tabel 4. Normalisasi Data Latih 80:20

Pola	x_1	x_2	...	x_{12}	target
1	0,1189	0,1189	...	0,0680	0,0000
2	0,1189	0,1650	...	0,0000	0,0243
3	0,1650	0,2238	...	0,0243	0,1408
4	0,2238	0,2092	...	0,1408	0,1092
5	0,2092	0,2117	...	0,1092	0,0704
6	0,2117	0,2092	...	0,0704	0,0922
...
82	0,3786	0,3883	...	0,7330	0,9879
83	0,3883	0,4296	...	0,9879	1,0000
84	0,4296	0,4733	...	1,0000	0,9879

Tabel 5. Normalisasi Data Uji 50:50

Pola	x_1	x_2	...	x_{12}	target
1	0,0000	0,0284	...	0,1395	0,1395
2	0,0284	0,0780	...	0,1395	0,1206
3	0,0780	0,0378	...	0,1206	0,1158
4	0,0378	0,0757	...	0,1158	0,1371
5	0,0757	0,0709	...	0,1371	0,1655
6	0,0709	0,1040	...	0,1655	0,1229
...
46	0,7281	0,7470	...	0,8794	0,9078
47	0,7470	0,8416	...	0,9078	0,8794
48	0,8416	0,7730	...	0,8794	0,8842

Tabel 6. Normalisasi Data Uji 70:30

Pola	x_1	x_2	...	x_{12}	target
1	0,0000	0,0094	...	0,6625	0,6594
2	0,0094	0,2156	...	0,6594	1,0000
3	0,2156	0,1625	...	1,0000	0,9938
4	0,1625	0,2031	...	0,9938	0,9531
5	0,2031	0,1469	...	0,9531	0,9000
6	0,1469	0,1969	...	0,9000	0,7188
...
22	0,6406	0,6656	...	0,8406	0,8781
23	0,6656	0,7906	...	0,8781	0,8406
24	0,7906	0,7000	...	0,8406	0,8469

Tabel 7. Normalisasi Data Uji 80:20

Pola	x_1	x_2	...	x_{12}	target
1	0,0522	1,0000	...	0,4174	0,1652
2	1,0000	0,9826	...	0,1652	0,3043

3	0,9826	0,8696	...	0,3043	0,2435
4	0,8696	0,7217	...	0,2435	0,0783
5	0,7217	0,2174	...	0,0783	0,0957
6	0,2174	0,4870	...	0,0957	0,1043
7	0,4870	0,3652	...	0,1043	0,2783
8	0,3652	0,0870	...	0,2783	0,1565
9	0,0870	0,0000	...	0,1565	0,5565
10	0,0000	0,0696	...	0,5565	0,6609

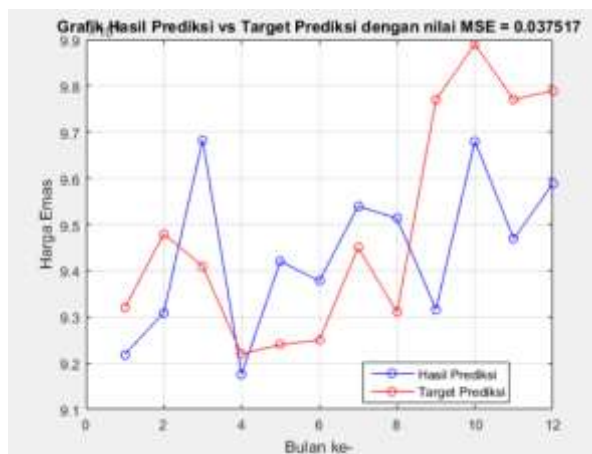
MODEL TERBAIK

Dari hasil pelatihan setiap komposisi didapatkan nilai eror paling kecil sebesar 0,001244 dengan komposisi 80:20. Selanjutnya pada penelitian ini peramalan harga emas akan dihitung menggunakan komposisi 80:20.



Gambar 4. Hasil Tahap Pelatihan

Gambar di atas merupakan grafik hasil tahap pelatihan yang berhenti di epoch 1000 dengan nilai eror sebesar 0,0010948. Selanjutnya bobot akhir dari tahap pelatihan akan dilanjutkan ke tahap pengujian untuk mendapatkan hasil prediksi. Dan hasil uji setiap komposisi didapatkan nilai eror paling kecil sebesar 0,037517 dengan komposisi 80:20.



Gambar 5. Hasil Tahap Pengujian

Gambar di atas merupakan grafik hasil tahap pengujian dan hasil peramalan harga emas dengan nilai eror MSE sebesar 0,037517.

MENENTUKAN MODEL JARINGAN OPTIMAL

Dari data yang sudah dibagi menjadi data latih dan data uji ditetapkan data bulan ke-1 sampai bulan ke-12 sebagai nilai input, dan data bulan ke-13 sebagai target. Untuk menentukan model jaringan yang optimal langkah awal yaitu membuat beberapa model jaringan dengan hidden layer dan node yang berbeda-beda. Yang selanjutnya akan diuji dari setiap jaringan dan menentukan nilai eror mse yang paling kecil. Berikut jaringan dengan hidden layer dan node untuk menentukan model jaringan optimal.

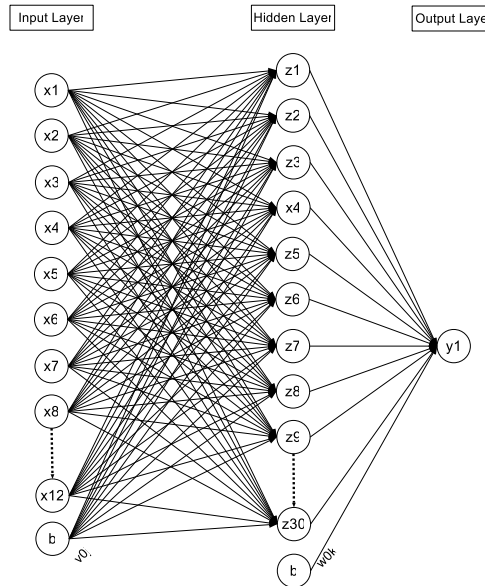
Tabel 8. Model Arsitektur Jaringan BPN

Model Jaringan	Hidden Layer	Node
1	1	13
2	1	15
3	1	20
4	1	30
5	2	[10 2]
6	2	[5 20]
7	2	[25 10]
8	2	[10 15]

Tabel 9. Hasil Setiap Model Arsitektur Jaringan BPN MSE (10^{-3})

LR	J-1	J-2	J-3	J-4	J-5	J-6	J-7	J-8
0,1	1,743	1,145	1,410	1,186	2,405	2,546	1,334	1,530
0,2	1,302	1,497	1,486	1,112	2,000	2,234	1,431	1,421
0,3	1,212	1,581	1,662	1,129	1,530	1,788	1,288	1,900
0,4	1,410	1,294	1,271	1,094	1,544	1,598	1,098	2,040
0,5	1,442	1,323	1,247	1,139	1,411	2,002	1,650	1,410
0,6	1,158	1,411	1,435	1,128	1,698	1,841	1,117	1,192
0,7	1,543	1,583	1,339	1,127	1,138	1,645	1,306	1,387
0,8	1,657	1,434	1,354	1,111	1,449	1,477	1,221	2,765
0,9	1,717	1,780	1,353	1,338	1,158	2,015	1,295	1,245

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai eror MSE terkecil terdapat pada model jaringan 4 dengan learning rate 0,4. Hal ini membuktikan bahwa jaringan yang optimal yaitu 12-30-1. Yang artinya terdapat 12 input, 1 hidden layer dengan node sebanyak 30, dan 1 output. Berikut merupakan gambar model arsitektur jaringan backpropagation neural network yang akan digunakan dalam penelitian ini.

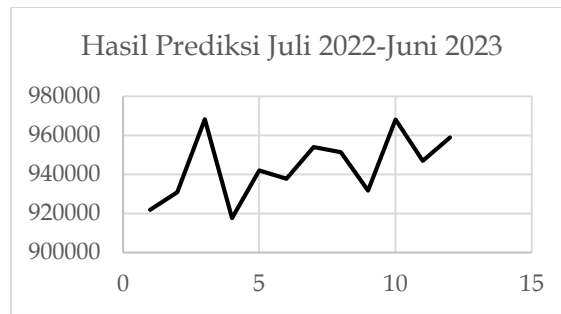


Gambar 6. Arsitektur Jaringan Backpropagation

Gambar di atas merupakan arsitektur jaringan *backpropagation neural network* yang akan digunakan untuk meramalkan harga emas. Arsitektur jaringan tersebut terdiri dari 12 variabel *input* yaitu $x_1 - x_{12}$ yang merupakan bulan ke-1 sampai ke-12 data harga emas. 30 unit (neuron) *hidden layer* atau lapisan tersembunyi yaitu $z_1 - z_{30}$, dan 1 *output layer* yaitu y_1 . Terdapat bobot yang menghubungkan antara *input layer* dan *hidden layer* yaitu $v_{1,1}, v_{2,1},$ dan $v_{12,1}$. Dan bobot bias yang menghubungkan antara *input layer* dan *hidden layer* yaitu $v_{0,1}, v_{0,2},$ dan $v_{0,12}$. Sedangkan bobot yang menghubungkan antara *hidden layer* dan *output layer* yaitu $w_{1,1}, w_{2,1},$ dan $w_{12,1}$. Dan bobot bias yang menghubungkan antara *hidden layer* dan *output layer* yaitu $w_{0,1}$. Fungsi aktivasi yang digunakan pada arsitektur jaringan ini yaitu *sigmoid biner*.

HASIL PREDIKSI

Bulan	Hasil Prediksi (MSE=0,037517)
Juli 2022	921891
Agustus 2022	930909
September 2022	968290
Oktober 2022	917582
November 2022	942072
Desember 2022	937791
Januari 2023	953981
Februari 2023	951322
Maret 2023	931627
April 2023	968031
Mei 2023	946885
Juni 2023	958847



Gambar 7. Grafik Hasil Prediksi

Pada penelitian ini, hasil yang didapatkan dari peramalan harga emas menggunakan metode *backpropagation neural network* merupakan model arsitektur jaringan terbaaik untuk meramalkan harga emas PT. Aneka Tambang Tbk. Dengan varian sebesar 2,820, mean sebesar 9,441 dan standar deviasi 1,679. Didapatkan harga tertinggi terjadi pada Bulan September 2022 sebesar Rp Rp.968.290.-, dimana ini merupakan saat yang tepat bagi para investor untuk menjual emasnya. Dan harga terendah pada Bulan Oktober 2022 sebesar Rp.917.582.-, dimana ini merupakan saat yang tepat bagi para investor untuk membeli emas.

KESIMPULAN

Metode Backpropagation Neural Network dapat digunakan untuk menyelesaikan peramalan harga emas PT. Aneka Tambang Tbk. Dengan data harga emas dari tahun 2012-2021. Hasil dari peramalan tersebut yaitu harga tertinggi di Bulan September 2022 sebesar Rp.968.290.- dan terendah Bulan Oktober 2022 sebesar Rp.917.582.- Dengan varian sebesar 2,820, mean sebesar 9,441 dan standar deviasi 1,679. Model arsitektur terbaik yang digunakan pada penelitian ini 12-30-1 yaitu 12 input layer, 30 hidden layer, dan 1 output layer. Dengan parameter terbaik yaitu maksimum epoch 10000, learning rate 0.4, dan momentum 0.8. Nilai eror MSE (Mean Square Error) yang didapatkan dari penelitian ini yaitu pada tahap pelatihan sebesar 0,0012443 dan tahap pengujian sebesar 0,037517.

DAFTAR PUSTAKA

- Tandelilin, E. (2001). *Analisis Investasi Dan Manajemen Portopolio* (1st ed.). Yogyakarta: BPFE. http://ucs.sulsellib.net//index.php?p=show_detail&id=37871
- Nizar, C., Hamzah, A., & Syahrur, S. (2013). Pengaruh Investasi Dan Tenaga Kerja Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Serta Hubungannya Terhadap Tingkat Kemiskinan Di Indonesia. *Jurnal Ilmu Ekonomi*, 1(1), 2–3.
- Anita. (2015). *Analisis Komparasi Investasi Logam Mulia Emas Dengan Saham Perusahaan Pertambangan Di Bursa Efek Indonesia 2010-2014*. 5(2), 243–252.
- Handoko, T. H. (1999). *Dasar-Dasar Manajemen Produksi Dan Operasi* (1st ed.). Yogyakarta: BPFE. <https://elibrary.dephub.go.id/opac/detail-opac?id=1531>
- Meinanda, M. H., Annisa, M., Muhandri, N., & Suryadi, dan K. (2009). Prediksi masa studi sarjana dengan artificial neural network. *Internetworking Indonesia Journal*, 1(2), 31–35.
- Sutojo, T., Mulyanto, E., & Suhartono, V. (2011). *Kecerdasan Buatan* (B. R. W (ed.)). ANDI YOGYAKARTA. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=230069>
- Kusumadewi, S., & Hartati, S. (2010). *Neuro-Fuzzy integrasi sistem fuzzy dan jaringan syaraf*. Yogyakarta : Graha Ilmu. <http://inlislite.uin-suska.ac.id/opac/detail-opac?id=13347>
- Perdana, I. A. (2016). Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation (Study Kasus : PDAM TIRTA KEPRI). *Universitas Maritim Raja Ali Haji*, 1–12.
- Julpan., L., 2015, Evaluasi Kemampuan Lahan Desa Sihiong, Sinar Sabungan Dan Lumban Lobu Kabupaten Toba Samosir, *skripsi* Universitas Sumatera Utara